

**PUB-NO:** DE003109507A1  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** DE 3109507 A1  
**TITLE:** Method and circuit arrangement for processing received pulse signals in acoustic instruments  
**PUBN-DATE:** September 23, 1982

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
KRAUSE, GERHARD	DE

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
SICK OPTIK ELEKTRONIK ERWIN	DE

**APPL-NO:** DE03109507  
**APPL-DATE:** March 12, 1981


**PRIORITY-DATA:** DE03109507A (March 12, 1981)

**INT-CL (IPC):** G01D005/244

**EUR-CL (EPC):** G01D005/247 , G01P005/00

**US-CL-CURRENT:** 73/645, 327/72

**ABSTRACT:**

CHG DATE=19990617 STATUS=O> In a method and a circuit arrangement for processing received pulse signals in acoustic, electronic and/or optical instruments, acoustic or electromagnetic pulses are sent at time intervals through a measuring system containing a flowing medium. From the transit time of the pulses, a particular characteristic of the medium which depends on the sound or wave velocity is inferred. To achieve a very significant reduction in the influence of the large fast fluctuations of the transfer factor on the position of the front edge of the received pulse signal in time, the instantaneous value of the received signal is compared at any instant with the instantaneous value of the same received signal received earlier by a fixed time difference. The output signal is supplied when the ratio of the two signals exceeds a predetermined amount. 



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

- ② Aktenzeichen:  
 ② Anmeldetag:  
 ④ Offenlegungstag:

**P 31 09 507.0-52**  
**12. 3. 81**  
**23. 9. 82**

# Behörden-eigenheiten

**DE 31 09 507 A.1**

- 71 Anmelder:** **Erwin Sick GmbH Optik-Elektronik, 7808 Waldkirch, DE**

- 72 Erfinder:  
Krause, Gerhard, 8200 Rosenheim, DE

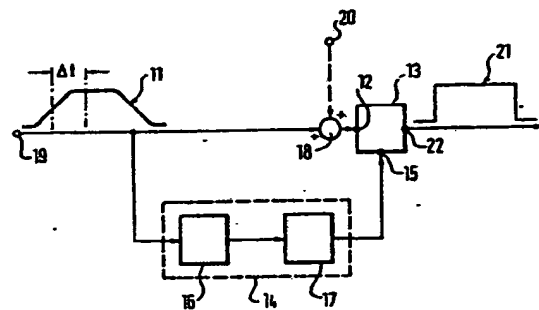
- Recherchenergebnis:**  
DE-Buch: Zinke-Brunswig: Hochfrequenzmeß- technik,  
1959, 3. Aufl., S. 157-161, insbes. Bild 7.12;

**Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt**

54 Verfahren und Schaltungsanordnung zur Verarbeitung von Impuls-Empfangssignalen bei akustischen Meßgeräten

Bei einem Verfahren und einer Schaltungsanordnung zur Verarbeitung von Impuls-Empfangssignalen in akustischen, elektronischen und/oder optischen Meßgeräten werden in zeitlichen Abständen akustische oder elektromagnetische Impulse durch eine ein strömendes Medium enthaltende Meßstrecke geschickt. Aus der Laufzeit der Impulse wird auf eine bestimmte, von der Schall- bzw. Wellengeschwindigkeit abhängige Eigenschaft des Mediums geschlossen. Um den Einfluß der großen, schnellen Schwankungen des Übertragungsfaktors auf die zeitliche Lage der Vorderflanke des Impuls-Empfangssignales ganz wesentlich herabzusetzen, wird in jedem Augenblick der Momentanwert des Empfangssignales mit dem um eine feste Zeitdifferenz früher empfangenen Momentanwert des gleichen Empfangssignales verglichen. Das Ausgangssignal wird geliefert, wenn das Verhältnis der beiden Signale einen vorgegebenen Betrag überschreitet.

(31 09 507)



NACHGERECHT

EUROPEAN PATENT ATTORNEYS

3109507

NACHGERECHT

## MANITZ, FINSTERWALD & GRÄMKOW

Erwin Sick GmbH  
Optik-Elektronik  
Sebastian-Kneipp-Straße 1

7808 Waldkirch

DEUTSCHE PATENTANWÄLTE  
DR. GERHART MANITZ · DIPL.-PHYS.  
MANFRED FINSTERWALD · DIPL.-ING., DIPL.-WIRTSCH.-ING.  
WERNER GRÄMKOW · DIPL.-ING.  
DR. HELENE HEYN · DIPL.-CHEM.  
HANS-JÖRG ROTHERMUND · DIPL.-PHYS.

BRITISH CHARTERED PATENT AGENT  
JAMES G. MORGAN · B. SC. (PHYS.), D. M. S.

ZUGELASSENE VERTRETER BEIM EUROPÄISCHEN PATENTAMT  
REPRESENTATIVES BEFORE THE EUROPEAN PATENT OFFICE  
MANDATAIRES AGRÉÉS PRES L'OFFICE EUROPÉEN DES BREVETS

München, den 12. März 1981

S/Ha-S 3705

---

Verfahren und Schaltungsanordnung zur Verarbeitung von  
Impuls-Empfangssignalen bei akustischen Meßgeräten

---

### P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Verarbeitung von Impuls-Empfangssignalen bei akustischen, elektronischen und/oder optischen Meßgeräten, bei denen in zeitlichen Abständen akustische oder elektromagnetische Impulse durch eine ein strömendes Medium enthaltende Meßstrecke geschickt und aus der Laufzeit der Impulse auf eine bestimmte, von der Schall- bzw. Wellengeschwindigkeit abhängige Eigenschaft des Mediums geschlossen wird, dadurch gekennzeichnet, daß in jedem Augenblick der Momentanwert des Empfangssignales mit dem um eine feste Zeitdifferenz ( $\Delta t$ ) früher empfangenen Momentanwert des gleichen Empfangssignales verglichen und das Ausgangssignal geliefert wird, wenn das Verhältnis der beiden Signale einen vorgegebenen Betrag überschreitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die feste Zeitdifferenz ( $\Delta t$ )  
zwischen 10 und 2000  $\mu$ s, vorzugsweise zwischen 300 und  
1000  $\mu$ s und insbesondere bei 400  $\mu$ s liegt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß der früher empfangene Momentan-  
wert vor dem Vergleich um einen bestimmten festen Faktor  
gedämpft wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß der Dämpfungsfaktor zwischen 0,7  
und 0,1 und vorzugsweise bei 0,3 liegt.
5. Schaltungsanordnung zur Ausführung des Verfahrens nach  
einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß das Empfangssignal (11)  
direkt an den Referenzeingang (12) eines Schwellenwert-  
detektors (13) mit veränderlicher Schwelle und  
über eine Dämpfungs-Verzögerungsstufe (14) an den  
Signaleingang (15) des Schwellenwertdetektors (13) ange-  
schlossen ist.
6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die Dämpfungs-Verzögerungsstufe (14)  
aus einem Laufzeitglied (16) und einem Spannungsteiler  
(17) besteht.
7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Dämpfungs-Verzögerungs-  
stufe (14) aus einem Laufzeitglied (16) mit Dämpfung  
besteht.

8. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß das Empfangssignal (11) über ein Summierglied (18) an den Referenzeingang (12) des Schwellenwertdetektors (13) angelegt ist, und daß dem 2. Eingang des Summiergliedes (18) über eine Klemme (20) eine Mindest-Referenzspannung zugeführt ist.
9. Schaltungsanordnung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß das Empfangssignal (11) einem weiteren Schwellenwertdetektor (23) zugeführt ist, welcher einen zwischen die Dämpfungsverzögerungsstufe (14) und den Signaleingang (15) des Schwellenwertdetektors (13) geschalteten elektronischen Schalter (24) derart beaufschlagt, daß der elektronische Schalter (24) nur dann geschlossen ist, wenn das Empfangssignal (11) eine vorgegebene Mindestsignalamplitude aufweist.
10. Schaltungsanordnung nach Anspruch 9, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die Schwelle des Schwellenwertdetektors (23) durch die Größe einer an eine Eingangsklemme (25) angelegte feste Spannung vorwählbar ist.
11. Schaltungsanordnung nach Anspruch 8, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß die dem zweiten Eingang des Summiergliedes (18) zugeführte Mindestreferenzspannung gerade eine solche Größe hat, daß auch bei Abwesenheit des Empfangssignales das Rauschen kein Ausgangssignal liefern kann.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zur Verarbeitung von Impuls-Empfangssignalen bei akustischen, elektronischen und/oder optischen Meßgeräten, bei denen in zeitlichen Abständen akustische oder elektromagnetische Impulse durch eine ein strömendes Medium enthaltende Meßstrecke geschickt und aus der Laufzeit der Impulse auf eine bestimmte, von der Schall- bzw. Wellengeschwindigkeit abhängige Eigenschaft des Mediums geschlossen wird.

Akustische Meßgeräte, für welche das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung in erster Linie bestimmt sind, dienen hauptsächlich dazu, durch Ermittlung der Schallgeschwindigkeit die Strömungsgeschwindigkeit des Mediums zu ermitteln. Bei dem Medium kann es sich um ein Gas oder eine Flüssigkeit handeln. Derartige akustische Meßgeräte sind z.B. in den Offenlegungsschriften 23 22 749, 25 39 263, 26 33 003 und 29 43 810 beschrieben.

Insbesondere bei der Übertragung eines akustischen Signales durch ein schnell strömendes Gas bzw. eine schnell strömende Flüssigkeit ist der Übertragungsfaktor großen, schnellen Schwankungen unterworfen. Die Ursache hierfür ist die unregelmäßige Brechung und Reflexion der Welle an Grenzflächen des Mediums mit unterschiedlicher Geschwindigkeit, Temperatur und/oder Stoffzusammensetzung. Besonders ausgeprägt sind solche Grenzflächen bei Wirbelbildung. Es kann unter solchen Bedingungen auch eine Mehrwegausbreitung der akustischen Welle auftreten, was zu zeitlich schwankenden Interferenzen am Empfangsort führt. Wird ein derartiges akustisches Strömungsgeschwindigkeits-Meßgerät beispielsweise am Kamin eines Kraftwerks verwendet, so können innerhalb von 2ms Amplitudenschwankungen von größer als 1:10 auftreten.

100-51

3109507

- 5 -

Ein Ausregeln dieser Schwankungen kommt nicht in Frage, weil die zeitliche Lage der Vorderflanke des Impuls-Empfangssignales die Nutzinformation enthält und weil der zeitliche Abstand zum vorhergehenden Impuls-Empfangssignal viel größer als die Schwankungszeitkonstante ist.

Wegen der Größe der auftretenden Schwankungen kann auch mit Hilfe eines Schwellenwertdetektors keine eindeutige Information über das empfangene Signal gewonnen werden, denn einmal liegt das Signal weit unterhalb des Schwellenwertes und kurz danach wieder so hoch, daß der Schwellenwert im Bereich des flachen und unsauberen Teils des Impulsempfangssignales zu liegen kommt. Sofern dennoch Informationen über die zeitliche Lage der Impulsflanke erhalten werden, sind diese stark verzerrt, weil sie aus verschiedenen Abschnitten der Impulsflanke stammen. Dabei ist zu beachten, daß aufgrund der maximal zulässigen Bandbreite des Übertragungssystems die Flankensteilheit nicht beliebig groß gemacht werden kann.

Das Ziel der Erfindung besteht somit darin, ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung der eingangs genannten Gattung zu schaffen, mit denen der Einfluß der großen, schnellen Schwankungen des Übertragungsfaktors auf die zeitliche Lage der Vorderflanke des Impuls-Empfangssignales ganz wesentlich herabgesetzt und insbesondere weitgehend eliminiert ist.

Zur Lösung dieser Aufgabe sieht die Erfindung vor, daß in jedem Augenblick der Momentanwert des Empfangssignales mit dem um eine feste Zeitdifferenz früher empfangenen Momentanwert des gleichen Empfangssignales verglichen und das Ausgangssignal geliefert wird, wenn das Verhältnis der beiden Signale einen vorgegebenen Betrag überschreitet.

Dabei ist insbesondere vorgesehen, daß bei Messungen in Gasen die feste Zeitdifferenz zwischen 10 und 2000  $\mu$ s, vorzugsweise 300 und 1000  $\mu$ s und insbesondere bei 400  $\mu$ s liegt. Bei Messungen in Flüssigkeiten sind die Zeiten wegen der größeren Schallgeschwindigkeit und der in der Regel kleineren Geschwindigkeit der Flüssigkeit um zwei bis drei Zehnerpotenzen kleiner.

Vorzugsweise wird der früher empfangene Momentanwert vor dem Vergleich um einen bestimmten festen Faktor gedämpft. Der Dämpfungsfaktor liegt dabei zwischen 0,7 und 0,1 und vorzugsweise bei 0,3.

Aufgrund dieser Ausbildung wird also das Impuls-Empfangssignal selbst als Schwellenwert benutzt. Es wird jedoch nicht das momentan am Signaleingang des Schwellenwertdetektors liegende Empfangssignal, sondern das Signal, das um die feste Zeitdifferenz früher empfangen wurde, verwendet. Die Erfindung geht dabei von der Erkenntnis aus, daß die Schwankungen des Übertragungsfaktors nicht so schnell sind, daß innerhalb der festen Zeitdifferenz eine wesentliche Änderung eintritt. Mit anderen Worten ist die erwähnte feste Zeitdifferenz so kurz zu wählen, daß der Übertragungsfaktor während dieses Zeitabschnittes praktisch konstant ist.

Die bevorzugte Schaltungsanordnung zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens kennzeichnet sich dadurch, daß das Empfangssignal direkt an den Referenzeingang eines Schwellenwertdetektors mit gesteuert veränderlicher Schwelle und über eine Dämpfungs-Verzögerungsstufe an den Signaleingang des Schwellenwertdetektors angeschlossen ist. Die Dämpfungs-Verzögerungsstufe kann dabei aus einem Laufzeitglied und einem Spannungsteiler bestehen. Es ist aber auch möglich, daß ein Laufzeitglied mit Dämpfung verwendet wird. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Empfangssignal über ein Summierglied an den Schwellenwertdetektor angelegt ist und daß dem zweiten Eingang des Summiergliedes eine Mindest-Referenzspannung zugeführt ist, welche gerade eine solche Größe hat, daß auch bei Abwesenheit des Empfangssignales das Rauschen kein Ausgangssignal liefern kann.



Sofern nicht damit gerechnet werden kann, daß die Rauschamplitude viel kleiner als die Signalamplitude ist, sieht eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung vor, daß das Empfangssignal einem weiteren Schwellenwertdetektor zugeführt ist, welcher einen zwischen die Dämpfungs-Verzögerungsstufe und den Signaleingang des Schwellenwertdetektors geschalteten elektronischen Schalter derart beaufschlagt, daß der elektronische Schalter nur dann geschlossen ist, wenn das Empfangssignal eine vorgegebene Mindestsignalamplitude aufweist. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Schwelle des Schwellenwertdetektors durch die Größe einer an eine Eingangsklemme angelegte feste Spannung vorwählbar ist.

Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung beschrieben; in dieser zeigt

Fig. 1 eine erste bevorzugte Schaltungsanordnung für die Ausführung des Verfahrens zur Verarbeitung von Impuls-Empfangssignalen bei akustischen Meßgeräten,

Fig. 2 eine abgewandelte Ausführungsform für die Anwendung bei relativ großen Rauschamplituden und die

Fig. 3,4 weitere gegenüber der Zeit aufgetragene Signalformen, bei denen die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung angewendet werden kann.

Nach Fig. 1 wird an die Eingangsklemme 19 der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ein demoduliertes Impuls-Empfangssignal 11 mit schräg an- und absteigenden Flanken angelegt. Die zeitliche Länge der Flanke (Anstiegszeit) liegt zwischen 150 und 200  $\mu$ s. Über ein Summierglied 18 ist das Impuls-Empfangssignal 11 an den Referenzeingang 12 eines Schwellenwertdetektors 13 mit gesteuert veränderlicher Schwelle angelegt. Dem zweiten Eingang des Summiergliedes 18 ist über eine Klemme 20 eine Mindest-Referenzspannung zugeführt.

Außerdem ist das Impuls-Empfangssignal 11 über eine Dämpfungs-Verzögerungsstufe 14 an den Signaleingang 15 des Schwellenwertdetektors 13 angelegt. Die Dämpfungs-Verzögerungsstufe 14 besteht aus einem Laufzeitglied 16 und einem daran angeschlossenen Spannungsteiler 17.

Als Laufzeitglied 16 kann z.B. eine CCD-Verzögerungsleitung oder eine Bucket-Brigade-Verzögerungsleitung (Analogspeicherkette) verwendet werden. Grundsätzlich können aber auch andere Laufzeitglieder, z.B. LC-Laufzeitketten oder Ultraschallverzögerungsleitungen eingesetzt werden. Eine typische Verzögerungszeit des Laufzeitgliedes 16 bei Messungen an Kraftwerkskaminen liegt bei 400  $\mu$ s.

Die genaue Lage des Schaltzeitpunktes des Schwellenwertdetektors 13, die die zeitliche Lage des Ausgangsimpulses 21 am Ausgang 22 des Schwellenwertdetektors 13 bestimmt, wird durch den Dämpfungsfaktor des Spannungsteilers 17 festgelegt.

Der Spannungsteiler 17 kann entfallen, wenn das Laufzeitglied 16 eine entsprechende Dämpfung hat. Der Dämpfungsfaktor der Dämpfungs-Verzögerungsstufe 14 soll in der Regel zwischen 0,7 und 0,1 und vorzugsweise bei 0,3 liegen.

Aufgrund der vorstehend beschriebenen Schaltungsanordnung bestimmt das Impuls-Empfangssignal 11 selbst den Schwellenwert in dem Schwellenwertdetektor 13. Als Schwellenwert dient jeweils das Signal, das um die feste Zeitdifferenz  $\Delta t$  früher empfangen wurde. Die bevorzugte Größe der festen Zeitdifferenz  $\Delta t$  im Vergleich zur Impulsvorderflank des Impuls-Empfangssignales 11 beträgt etwa das Doppelte der zeitlichen Länge der Anstiegsflanke, also z.B. etwa 400  $\mu$ s.

Die an den zweiten Eingang des Summiergliedes 18 bis 20 angelegte Mindestreferenzspannung hat den Zweck, auch bei

Abwesenheit des Empfangssignales ein Ausgangssignal aufgrund des Rauschens zu verhindern. Das Summierglied 18 addiert also die Mindestreferenzspannung zur variablen Referenzspannung hinzu.

Die bei der Ausführungsform nach Fig. 1 genutzte Unterdrückung des Rauschens durch Addieren einer Mindest-Referenzspannung ist nur anwendbar, wenn die Rauschamplitude viel kleiner als die Signalamplitude ist. Andernfalls ist der Schwellpunkt des Schwellenwertdetektors auf der Impulsflanke von der absoluten Größe der Signalamplitude abhängig.

Fig. 2 zeigt eine Schaltung, die auch bei beträchtlichen Rauschamplituden anwendbar ist. Ein zweiter, an die Eingangsklemme 19 angelegter Schwellenwertdetektor 23 schließt einen zwischen die Dämpfungs-Verzögerungsstufe 14 und den Signaleingang 15 geschalteten elektronischen Schalter 24 nur dann, wenn am Eingang 19 eine vorgegebene Mindestsignalamplitude anliegt. Die Mindestsignalamplitude, bei der das Schalten erfolgt, wird durch eine feste Spannung, die über eine Klemme 25 dem Schwellenwertdetektor 23 zugeführt wird, bestimmt. Das Summierglied 18 entfällt, d.h., daß die Eingangsklemme 19 direkt am Referenzeingang 12 des Schwellenwertdetektors 13 anliegt.

Die Anwendung der Schaltungsanordnung ist nicht auf Signalformen, wie sie in den Fig. 1,2 beispielsweise eingezeichnet sind, beschränkt. Insbesondere können auch Signalformen nach Fig. 3 und 4 mit der Anordnung verarbeitet werden. Signalformen nach Fig. 3 treten z.B. auf, wenn mit einem näherungsweise integrierenden Empfänger gearbeitet wird. Das ist der Fall, wenn die Bandbreite des Empfängers viel kleiner als der Kehrwert der Sendeimpulsbreite ist. Wirken der Sender und der Empfänger integrierend, dann entsteht die Signalform nach Fig. 4. Bei den Signalformen nach Fig. 3 und 4 ist es

12.0.01

3109507

- 10 -

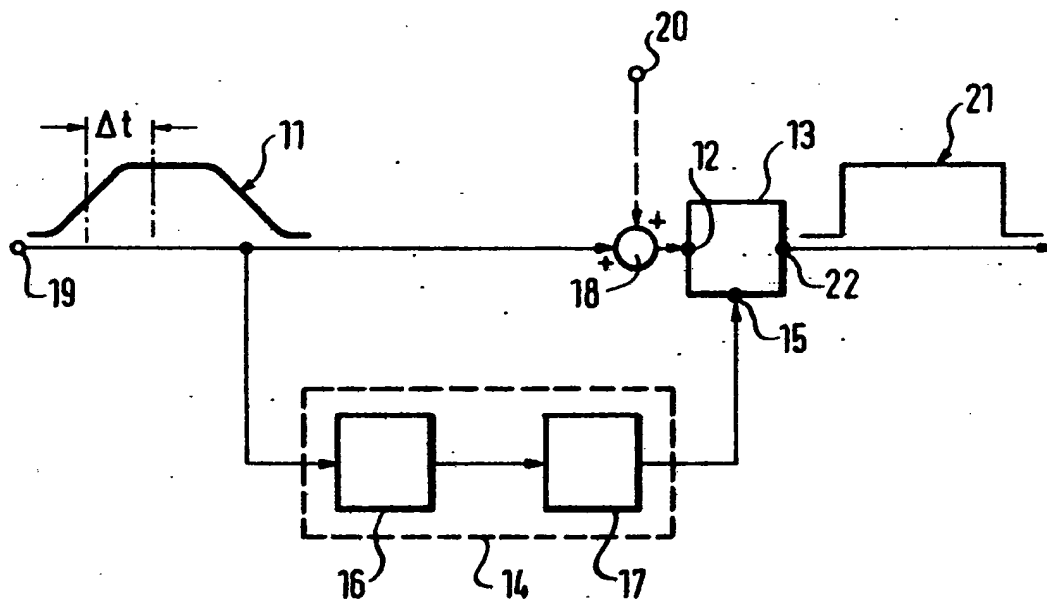
vorteilhaft, wenn der Betrag des Übertragungsfaktors  
im Übertragungsglied 14 ungefähr eins ist. Das heißt,  
der Schwellenwertschalter schaltet, wenn das unverzögerte  
Signal die Lage 26 und das verzögerte Signal die Lage 27  
erreicht hat.

Nummer: 3109507  
Int. Cl.<sup>3</sup>: G01D 5/244  
Anmeldetag: 12. März 1981  
Offenlegungstag: 23. September 1982

3109507

13

FIG. 1



12-03-81

• 11 •

S 3705

2/3

3109507

FIG. 2

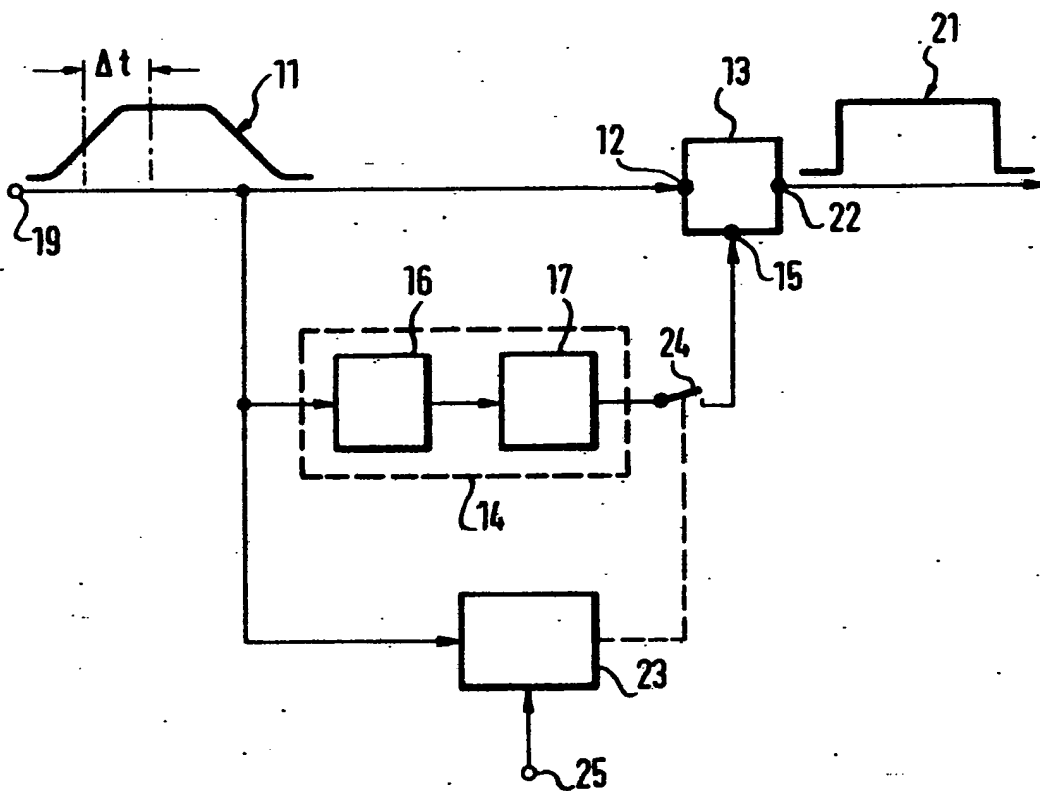


FIG. 3

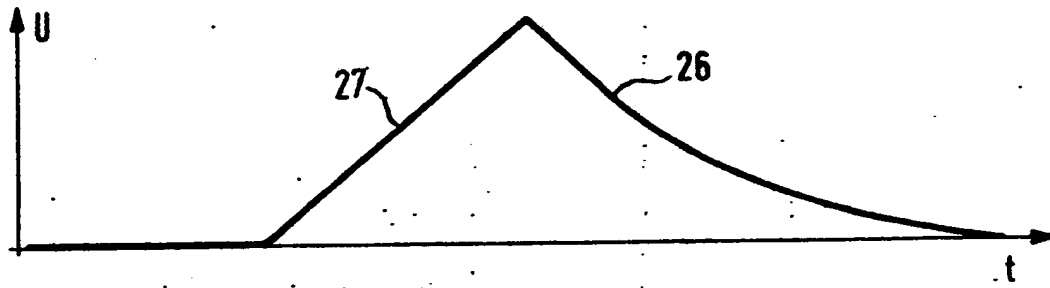


FIG. 4

